

KAJIAN PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *HIGH VOLUME FLY ASH* TERHADAP PARAMETER BETON MEMADAT MANDIRI DAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Study On Influence Of High Volume Fly Ash Composition On Self Compacting Concrete Parameters And Compressive Strength Of High Strength Concrete

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



Disusun oleh:

SHABINA AULIA UTAMI
NIM. I0113120

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

KAJIAN PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *HIGH VOLUME FLY ASH* TERHADAP PARAMETER BETON MEMADAT MANDIRI DAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Study On The Influence Of High Volume Fly Ash Composition On Self Compacting Concrete Parameters And Compressive Strength Of High Strength Concrete

SKRIPSI



Disusun oleh :

SHABINA AULIA UTAMI

I0113120

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan :

Dosen Pembimbing I

Wibowo, S.T., DEA
NIP . 19681007 199502 1001

Dosen Pembimbing II

Dr. Endah Safitri, S.T., M.T.
NIP . 19701212 200003 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

KAJIAN PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *HIGH VOLUME FLY ASH* TERHADAP PARAMETER BETON MEMADAT MANDIRI DAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Study On Influence Of High Volume Fly Ash Composition On Self Compacting Concrete Parameters And Compressive Strength Of High Strength Concrete

Disusun oleh :

SHABINA AULIA UTAMI

I0113120

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 2 Agustus 2017

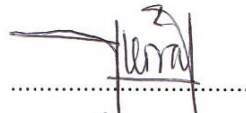
Tim Penguji

Nama/NIP

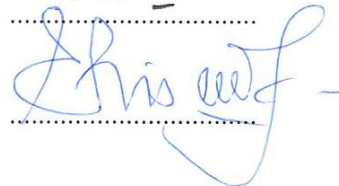
1. Wibowo, S.T., DEA
NIP. 19681007 199502 1 001
2. Dr. Endah Safitri, S.T., M.T.
NIP. 19701212 200003 2 001
3. Ir. Sunarmasto, M.T.
NIP. 19560717 198703 1 003
4. Ir. Endang Rismunarsi, M.T.
NIP. 19570917 198601 2 001

Tanda Tangan









Disahkan,

Tanggal : 14 AUG 2017
Kepala Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS



Wibowo, S.T., D.E.A.
NIP. 19681007 199502 1 001

MOTTO

“Build your dreams, or someone else will hire you to build theirs”

-Farrah Gray-

*“Greatest things happen to those who don’t stop believing, trying, learning, and
being grateful”*

-Roy T. Bennett-

PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis ucapkan rasa syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya skripsi ini dapat dibuat dan diselesaikan tepat pada waktunya.

Mama, yang selalu memberikan dukungan moril maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan Sasa. Pengorbanan dan kasih sayang Mama tidak akan bisa Sasa balas, tetapi semoga dengan terselesaikannya skripsi ini dapat memberikan sedikit kebahagiaan dan kebanggaan tersendiri untuk Mama. Semoga Mama diberikan kesehatan dan umur yang panjang, sehingga dapat terus mendampingi Sasa untuk tumbuh menjadi orang yang sukses.

Kakak dan adik tersayang, yang selalu menjadi teman dan penyemangat di dalam keadaan apapun. Semoga kita semua dapat terus menjadi kebanggaan keluarga..

Fadlan Akhyar S, yang selalu menemani, membantu, dan memberi dukungan serta menjadi salah satu motivasi Sasa untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga dengan terselesaikannya skripsi ini dapat memberikan motivasi bagi Alan untuk lebih giat dalam menuntut ilmu.

Dosen pembimbing skripsi, Bapak Wibowo dan Bu Endah, yang telah memberikan pengetahuan, bantuan serta bimbingannya sehingga skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik

Teman-teman 2013, yang selalu menemani selama 4 tahun proses perkuliahan. Semoga kita semua bisa menjadi generasi penerus bangsa yang membanggakan.

ABSTRAK

Shabina Aulia Utami, 2017. Kajian Pengaruh Variasi Komposisi *High Volume Fly Ash* Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri dan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi beton berkembang dengan pesat mengikuti permasalahan konstruksi yang terjadi. Banyak sekali inovasi-inovasi baru yang dihasilkan, baik dengan menambahkan suatu bahan kimia atau *pozzolanic* material maupun dengan mengubah komposisi dari campuran beton itu sendiri.

Beton mutu tinggi yang memadat sendiri atau *high strength self compacting concrete* (HSSCC) merupakan salah satu hasil dari inovasi yang telah dilakukan. *Fly ash* merupakan salah satu *filler* atau *pozzolan* yang dapat digunakan pada campuran beton dan berfungsi sebagai bahan pengganti semen. *Fly ash* adalah hasil dari pembakaran batu bara yang pada umumnya terdapat pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Karena ukuran butiran *fly ash* sangat kecil ($45\ \mu\text{m}$) dan lebih kecil dibandingkan ukuran butiran semen ($75\ \mu\text{m}$), *fly ash* bisa meminimalkan pori pada beton sehingga membuat beton memiliki nilai kuat tekan yang tinggi. Penggunaan *fly ash* dalam kadar yang besar (50% atau lebih) atau biasa disebut dengan *high volume fly ash* pada campuran beton dapat menjadi solusi dalam meminimalkan dampak lingkungan pada industri konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi komposisi *high volume fly ash* terhadap parameter beton memadat mandiri dan kuat tekan beton mutu tinggi. Untuk tipe *fly ash* yang digunakan yaitu *fly ash* tipe C dengan variasi kadar 0%, 55%, 60%, 65% dan 70% dari berat semen. Pengujian beton segar untuk mengetahui sifat SCC pada beton berupa *fillingability*, *passingability*, dan *segregation resistance* meliputi *flow table test*, *l-box test*, dan *v-funnel test*. Sementara itu, pada beton keras pengujian yang dilakukan berupa uji kuat tekan dengan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM). Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Berdasarkan hasil pengujian, penambahan kadar *fly ash* sebesar 70% merupakan kadar terbaik yang memenuhi semua persyaratan pengujian beton segar, yaitu memenuhi semua sifat dari beton SCC. Sementara itu, kuat tekan maksimum terdapat pada beton dengan kadar *fly ash* sebesar 60%, yaitu 22,82 MPa untuk beton umur 14 hari dan 29,43 MPa untuk beton umur 28 hari.

Kata Kunci : beton mutu tinggi, beton memadat mandiri, high volume fly ash, kuat tekan

ABSTRACT

Shabina Aulia Utami, 2017. *Study On Influence Of High Volume Fly Ash Composition On Self Compacting Concrete Parameters And Compressive Strength Of High Strength Concrete*. Thesis. Civil Engineering Department, Faculty of Engineerin, Sebelas Maret University Surakarta.

Along with the development of the times, concrete technology is growing rapidly following the construction problems that occur. Lots of new innovations are produced, either by adding a chemical or pozzolanic material or by changing the composition of the concrete mixture itself.

High strength self-compacting concrete (HSSCC) is one of the innovation. Fly ash is one of the filler that can be used on concrete mixture and provides as cement replacement material. Fly ash is the result of coal combustion which is commonly found in PLTU. Because the size of the fly ash grains is very small (45 μm) and smaller than the size of the cement grains (75 μm), the fly ash can minimize the pores of the concrete so that the concrete has a high compressive strength value. The use of large amounts of fly ash (50% or more) or commonly referred to as high volume fly ash in concrete mixtures can be a solution in minimizing environmental issues in the construction industry.

This study aims to examine the effect of variations of high volume fly ash composition on self-compacting concrete and high strength concrete compound. The type of fly ash used is fly ash type C with variation of 0%, 55%, 60%, 65% and 70% of cement weight. Fresh concrete test to know the nature of SCC on concrete in the form of fillingability, passingability, and segregation resistance include flow table test, l-box test, and v-funnel test. Meanwhile, on hard concrete testing performed in the form of compressive strength test by using Compression Testing Machine (CTM). The specimens used were cylindrical with diameter of 15 cm and height of 30 cm. Based on the test results, the addition of fly ash content of 70% is the best level that meets all the requirements of fresh concrete testing, which meets all the properties of SCC concrete. Meanwhile, the maximum compressive strength is at fly ash content of 60%, in the amount of 22.82 MPa for 14 days of concrete age and 29.43 MPa for 28 days of concrete age.

Keywords: *high strength concrete, self-compacting concrete, high volume fly ash, compressive strength*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul *Kajian Pengaruh Variasi Komposisi High Volume Fly Ash Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri dan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi* ini dengan baik tanpa mengalami hambatan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan S-1 di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dengan bantuan dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Segenap pimpinan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,
2. Bapak Wibowo, S.T., D.E.A. selaku Dosen Pembimbing I dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,
3. Ibu Dr. Endah Safitri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II,
4. Bapak/Ibu dosen tim penguji,
5. Staf pengelola/laboran Laboratorium Bahan Bangunan dan Struktur Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2013 Universitas Sebelas Maret Surakarta,
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharap saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan skripsi yang akan datang. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada umumnya dan mahasiswa pada khususnya.

Surakarta, Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

<u>HALAMAN JUDUL</u>	i
<u>HALAMAN PERSETUJUAN</u>	ii
<u>HALAMAN PENGESAHAN</u>	iii
<u>MOTTO</u>	iv
<u>PERSEMBAHAN</u>	v
<u>ABSTRAK</u>	vi
<u>ABSTRACT</u>	vii
<u>PENGANTAR</u>	viii
<u>DAFTAR ISI</u>	ix
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	xii
<u>DAFTAR TABEL</u>	xiv
<u>DAFTAR NOTASI</u>	xv
<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	xvi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. <u>Latar Belakang</u>	1
1.2. <u>Rumusan Masalah</u>	2
1.3. <u>Batasan Masalah</u>	2
1.4. <u>Tujuan Penelitian</u>	3
1.5. <u>Manfaat Penelitian</u>	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. <u>Tinjauan Pustaka</u>	5
2.2. <u>Landasan Teori</u>	7
2.2.1 <u>Pengertian Beton</u>	7
2.2.2 <u>Beton Mutu Tinggi</u>	7
2.2.3 <u>Self Compacting Concrete (SCC)</u>	9
2.2.3.1 <u>Sifat-sifat Beton SCC</u>	10

2.2.3.2 Pengujian SCC	10
2.3 <i>High Volume Fly Ash Concrete</i> (HVFAC)	12
2.3.1 Pengertian <i>High Volume Fly Ash Concrete</i> (HVFAC)	12
2.3.2 Spesifikasi <i>High Volume Fly Ash Concrete</i> (HVFAC)	12
2.3.3 Kelebihan dan Kekurangan <i>High Volume Fly Ash Concrete</i> (HVFAC).	13
2.4 Bahan Penyusun Beton.....	14
2.4.1 Semen <i>Portland</i> (PC)	14
2.4.1.1 Waktu Ikat	16
2.4.2 <i>Fly Ash</i>	16
2.4.3 Agregat Kasar.....	16
2.4.4 Agregat Halus.....	17
2.4.5 Air.....	17
2.4.6 <i>Superplasticizer</i>	17
2.4.7 Bahan Campur	18
2.5 Rancang Campur HVFAC-SCC.....	18
2.6 Kuat Tekan Beton (f'_c)	19

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum.....	22
3.2 Benda Uji Penelitian.....	22
3.3 Bahan Uji Penelitian.....	23
3.4 Alat Uji Penelitian.....	25
3.5 Tahap Penelitian	30
3.6 Diagram Alir Penelitian	32
3.7 Pengujian Bahan Dasar Beton.....	33
3.7.1 Agregat Halus.....	34
3.7.1.1 Pengujian Kadar Lumpur	34
3.7.1.2 Pengujian Kadar Zat Organik.....	34
3.7.1.3 Pengujian Gradasi	35
3.7.2 Agregat Kasar.....	36
3.7.2.1 Pengujian <i>Specific Gravity</i>	36

3.7.2.2 Pengujian Gradasi	36
3.7.2.3 Pengujian Abrasi	37
3.7.3 Pengujian Semen	37
3.7.4 Pengujian <i>Fly Ash</i>	38
3.8 Perancangan Campuran HVFA-SCC	38
3.9 Pembuatan Benda Uji.....	38
3.10 Pengujian Beton Segar untuk SCC.....	39
3.10.1 Pengujian <i>Flow Table</i>	39
3.10.2 Pengujian <i>L-Box</i>	40
3.10.3 Pengujian <i>V-funnel</i>	41
3.11 Perawatan Benda Uji.....	42
3.12 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji.....	43

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Bahan Dasar	44
4.1.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	44
4.1.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	44
4.1.3 Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	45
4.1.4 Hasil Pengujian Waktu Ikat (<i>Setting Time</i>).....	46
4.2. Rancang Campur (<i>Mix Design</i>).....	47
4.3. Hasil Pengujian Beton Segar	51
4.3.1 Hasil <i>Flow Table Test</i>	51
4.3.2 Hasil <i>L-box Test</i>	54
4.3.3 Hasil <i>V-funnel Test</i>	57
4.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	58

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

<u>5.1. Kesimpulan</u>	<u>63</u>
<u>5.2. Saran</u>	<u>64</u>
<u>PENUTUP</u>	<u>65</u>
<u>DAFTAR PUSTAKA</u>	<u>66</u>

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2.1 Prinsip Dasar Proses Produksi <i>Self Compacting Concrete</i></u>	9
Gambar 3.1 Agregat Kasar.....	23
Gambar 3.2 Agregat Halus.....	23
Gambar 3.3 Semen OPC	24
Gambar 3.4 <i>Superplasticizer</i>	24
Gambar 3.5 <i>Fly Ash</i>	24
Gambar 3.6 Timbangan.....	25
Gambar 3.7 <i>Sieve Shaker</i>	25
Gambar 3.8 Oven	26
Gambar 3. 9 <i>Conical Mould</i> dan Alat Penumbuk	26
Gambar 3.10 Mesin <i>Los Angeles</i>	26
Gambar 3.11 Cetakan Silinder	27
Gambar 3.12 <i>Compression Testing Machine</i>	27
Gambar 3.13 <i>Vicat</i>	28
Gambar 3.14 Kerucut <i>Abrams</i> dan <i>Papan Flow</i>	28
Gambar 3.15 <i>L-box</i>	29
Gambar 3.16 <i>V-funnel</i>	29
Gambar 3.17 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.18 Diagram Alir Analisis Data.....	33
Gambar 3.19 <i>Set Up</i> Pengujian <i>Vicat</i>	37
Gambar 3.20 <i>Set Up</i> Pengujian <i>Flow Table</i>	40
Gambar 3.21 <i>Set Up</i> Pengujian <i>L-box</i>	41
Gambar 3.22 <i>Set Up</i> Pengujian <i>V-funnel</i>	42
Gambar 3.23 Perawatan Benda Uji.....	42
Gambar 3.24 <i>Set Up</i> Pengujian Kuat Tekan	43
<u>Gambar 4.1 Hubungan Kadar <i>Fly Ash</i> Terhadap <i>Setting Time</i> Semen.....</u>	46
<u>Gambar 4.2 Grafik Hubungan Diameter Sebaran <i>Flow Table Test</i></u> dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	52

<u>Gambar 4.3 Grafik Analisis Regresi Diameter Sebaran <i>Flow Table Test</i></u>	
dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	53
<u>Gambar 4.4 Grafik Hubungan T_{500} pada <i>Flow Table Test</i></u>	
dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	53
<u>Gambar 4.5 Grafik Analisis Regresi T_{500} pada <i>Flow Table Test</i></u>	
dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	53
<u>Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara h_2/h_1 dengan Kadar <i>Fly Ash</i></u>	
pada <i>L-Box Test</i>	55
<u>Gambar 4.7 Grafik Analisis Regresi Antara h_2/h_1 dengan Kadar <i>Fly Ash</i></u>	
pada <i>L-Box Test</i>	55
<u>Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara $t_{20\text{ cm}}$ dan $t_{40\text{ cm}}$</u>	
dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	56
<u>Gambar 4.9 Grafik Analisis Regresi Antara $t_{20\text{ cm}}$ dan $t_{40\text{ cm}}$</u>	
dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	56
<u>Gambar 4.10 Grafik Hubungan <i>V-funnel Test</i> dengan Kadar <i>Fly Ash</i></u>	58
<u>Gambar 4.11 Grafik Analisi Regresi <i>V-funnel Test</i> dengan Kadar <i>Fly Ash</i></u>	58
<u>Gambar 4.12 Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar <i>Fly Ash</i></u>	60
<u>Gambar 4.13 Grafik Analisis Regresi Kuat Tekan Beton</u>	
dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	61
<u>Gambar 4.14 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Beton</u>	
dengan Umur Beton	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Metode Pengujian SCC.....	11
Tabel 2.2 Kriteria Rentang Nilai SCC	11
Tabel 2.3 Jenis-Jenis Semen Portland.....	15
Tabel 2.4 Komposisi dari Semen Portland.....	15
Tabel 3.1 Rincian Sampel Benda Uji.....	22
Tabel 3.2 Tabel Perubahan Warna Pada Uji Kadar Zat Organik Pasir	34
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus	44
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	45
Tabel 4.3 Hasil Pengujian XRF <i>Fly Ash</i>	45
<u>Tabel 4.4 Rancang Campur untuk Setiap Variasi <i>Fly Ash</i> per m³</u>	<u>50</u>
<u>Tabel 4.5 Rancang Campur untuk Setiap Variasi <i>Fly Ash</i> untuk 6 <i>mould</i>.....</u>	<u>50</u>
<u>Tabel 4.6 Rancang Campur untuk Setiap Variasi <i>Fly Ash</i> per 1 <i>mould</i>.....</u>	<u>51</u>
<u>Tabel 4.7 Hasil <i>Flow Table Test</i></u>	<u>51</u>
<u>Tabel 4.8 Hasil <i>L-Box Test</i>.....</u>	<u>54</u>
<u>Tabel 4.9 Hasil <i>V-funnel Test</i>.....</u>	<u>57</u>
<u>Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari</u>	<u>59</u>
<u>Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari</u>	<u>60</u>

DAFTAR NOTASI

$f'c$	= Kuat tekan beton (MPa)
d	= diameter
π	= phi
P	= Kuat tekan (N)
A	= Luas penampang (mm ²)
G_s	= <i>Bulk specific gravity SSD</i> (gr/cm ³)
B_{scc}	= Beton <i>self compacting concrete</i>
Δ	= Kenaikan (%)
W_o	= Berat awal pasir sebelum dicuci dalam kondisi kering oven (100 gram)
W_l	= Berat akhir pasir setelah dicuci dalam kondisi kering oven (gram)
a	= Berat pasir kering oven (gram),
b	= Berat <i>volumetric flash</i> berisi air (gram),
c	= Berat <i>volumetric flash</i> berisi pasir dan air (gram),
d	= Berat pasir dalam keadaan kering permukaan jenuh (500 gram).
e	= \sum Presentase kumulatif berat pasir yang tertinggal selain dalam pan
f	= \sum Presentase kumulatif berat pasir yang tertinggal
g	= Berat agregat kasar (3000 gram)
h	= Berat agregat kasar setelah direndam selama 24 jam dan di lap (gram) untuk mendapatkan kondisi agregat yang SSD
i	= Berat agregat kasar jenuh (gram) dapat diukur saat agregat dimasukan ke dalam air
j	= \sum Presentase kumulatif berat kerikil yang tertinggal selain dalam pan
k	= \sum Presentase kumulatif berat kerikil yang tertinggal
W_a	= Berat awal kerikil (5000 gram)
W_b	= Berat akhir kerikil setelah diabrasi dan disaring (gram)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Hasil Pengujian Bahan Dasar
Lampiran B	Perhitungan <i>Mix Design</i>
Lampiran C	Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>
Lampiran D	Hasil Pengujian Beton Segar
Lampiran E	Hasil Pengujian Beton Keras
Lampiran F	Dokumentasi Penelitian